

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN ARUS LISTRIK DAN GANGGUAN TEGANGAN LISTRIK DARI JARAKJAUH MENGUNAKAN PZEM-004T BERBASIS LORA

Zidane Hamid¹, Sri Mulyanto Herlambang², Edi Kurniawan³

Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Politeknik Pelayaran Surabaya

Email korespondensi: zidanehamid@gmail.com

ABSTRAK

Dalam kehidupan sehari-hari tidak terlepas dari penggunaan listrik namun dalam penggunaan listrik sering terjadi adanya kebocoran arus dan tegangan. Adanya kebocoran arus sangat berbahaya bagi pekerja karena dapat menyebabkan kematian dan kebakaran. Dengan adanya permasalahan tersebut maka penulis mempunyai ide untuk menghasilkan suatu alat rancang bangun pendeteksi kebocoran arus dan tegangan dari jarak jauh menggunakan PZEM-004T berbasis LoRa. Berdasarkan pengujian dapat disimpulkan bahwa simulasi alat pendeteksi arus dan tegangan bocor menggunakan 2 sensor PZEM-004T sebagai perbandingan ada aliran arus bocor dan aliran arus normal, untuk pengujian kebocoran arus dengan cara salah satu kabel dicabangkan dan salah satu ditancapkan ke tanah sehingga ada kenaikan nilai arus dan sebagai indikasi adanya arus bocor, pada saat yang sama buzzer akan menyala sebagai tanda adanya arus bocor. Hasil dari pembacaan kebocoran arus menggunakan perbandingan dua sensor PZEM-04T dan hasil data dapat dilihat dari jarak jauh menggunakan LoRa.

Kata kunci : *Kebocoran Arus Listrik, Sensor PZEM-004T, Lora*

PENDAHULUAN

Di era globalisasi seperti sekarang ini, banyak orang yang bergantung pada listrik. Listrik sangat penting bagi kehidupan manusia karena banyak teknologi saat ini yang berbasis dengan listrik. Namun menurut Stojanović & Stojković (2013) banyak teknologi yang dapat menyebabkan terganggunya arus dan tegangan listrik. Kegagalan isolasi kabel tanah tegangan menengah 20 kV ini pernah terjadi pada transformator 150 kV / 20 kV ke 4 di Gardu

Induk Jatirangon Jakarta Timur (Kusuma, 2018). Hal inilah yang menyebabkan terjadinya gangguan dan padamnya aliran listrik pada wilayah tersebut.

Menurut Dermawan et al., (2016) kabel sebagai media penghantar tenaga listrik dari sumber tegangan listrik ke peralatan yang menggunakan tenaga listrik juga dapat mengalami gangguan kebocoran arus listrik. Kebocoran arus listrik adalah terjadinya aliran arus listrik dalam suatu jaringan kelistrikan

yang tidak semestinya (Hartono et al., 2017). Kondisi ini menurut Suleman et al., (2020) merupakan kondisi ketidaknormalan yang terjadi pada instalasi listrik maupun perangkat elektronik. Kondisi ketidaknormalan ini dapat terjadi karena beberapa faktor seperti terjadinya persambungan yang tidak sempurna, terjadinya kebocoran isolasi dan kerusakan komponen atau kabel yang terkelupas.

Patil et al., (2020) menyatakan bahwa untuk memonitor kebocoran arus dan tegangan listrik dari jarak jauh membutuhkan sensor PZEM-004T, Arduino, LCD 16×2, buzzer, Modul Real Time Clock (RTC), dan Long Range (*LoRa*). Alat pendeteksi arus dan tegangan bocor menggunakan 2 sensor PZEM-004T sebagai perbandingan ada aliran arus bocor dan aliran arus normal, untuk pengujian kebocoran arus dengan cara salah satu kabel dicabangkan dan salah satu ditancapkan ke tanah sehingga ada kenaikan nilai arus dan sebagai indikasi adanya arus bocor, sesuai dengan pengertian arus bocor yaitu adanya aliran arus keluar yang tidak semestinya. Apabila di dalam pembacaan sensor PZEM-004T menerima data kebocoran arus maka program akan mengaktifkan tanda peringatan alarm pada *buzzer*, namun jika hasil pembacaan tidak ada arus yang bocor maka program tidak akan memerintahkan *buzzer* untuk berbunyi (Islam et al., 2022)

Oleh sebab itu penulis memandang alat ini dapat digunakan untuk memeriksa arus yang mengalir melalui suatu penghantar. Lebih lanjut lagi, Adji & Nurwarsito, (2022) menyatakan bahwa apabila ada aliran arus bocor, alat ini akan bekerja. Karena jika ada arus bocor yang mengalir pada suatu penghantar sangat berbahaya karena dapat menimbulkan kebakaran. Selain itu Rakasiwi et al., (2019) menyatakan bahwa alat ini dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran arus

dan tegangan dari jarak jauh. Sehingga alat ini sangat berguna di dunia kerja, dengan alat ini dapat mencegah terjadinya suatu kecelakaan kerja yang mengakibatkan korban jiwa.

Berdasarkan pemaparan tersebut, penulis ingin mengetahui bagaimana fungsi rancang bangun sistem alat pendeteksi kebocoran arus listrik dan gangguan tegangan listrik dari jarak jauh menggunakan PZEM-004T berbasis *Lora*. Selain itu penulis juga hendak mengetahui bagaimana hasil kehandalan rancang bangun alat pendeteksi kebocoran arus listrik dan gangguan tegangan listrik saat digunakan.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang alat pendeteksi kebocoran arus listrik dan gangguan tegangan listrik dari jarak jauh dilakukan oleh Akbar et al., (2021) yang menghasilkan Sistem monitoring deteksi kebocoran arus pada tahanan isolasi kabel NYRGBY didesain dengan menggunakan sensor arus SCT-013 dengan rentang pembacaan arus bocor 0-100 A. Adapun perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh penulis adalah pada penelitian ini menggunakan sensor PZEM-004T menggunakan Arduino berbasis *LoRa*.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Adelianthi, (2019) yang menghasilkan alat yang dapat membantu operator maupun petugas dalam mengetahui kondisi hutan secara real time yang terhubung dengan *website*. Sedangkan yang membedakan dengan penelitian ini adalah alat pendeteksi kebocoran arus dari jarak jauh monitoring menggunakan *LoRa Ra-02*, dua sensor PZEM-004T, dan Arduino Uno sebagai inti sistem.

5. Long Range (*Lora*)

Modul Long Range (*LoRa*) menurut (Ali et al., 2019; Prakosa et al., 2021) merupakan

suatu alat dengan *wireless frequency* atau radio frekuensi dengan jarak tempuh yang jauh dan menggunakan power konsumsi yang rendah. Karakteristik lain dari *LoRa* adalah dayapancar yang dapat mencakup area relatif luas, terutama di lingkungan perkotaan yang kompleks (Zhou et al., 2019). Oleh karena itu berbagai fitur *LoRa* membuatnya ideal untuk pekerjaan berskala besar dan dengan biaya yang minimum.

Sistem komunikasi *LoRa* terdiri dari tiga komponen utama yaitu; 1) *LoRa end device*, yang berisi sensor atau aktuator yang terhubung melalui *LoRa radio interface* dengan *LoRa Gateway*; 2) *LoRa gateway*, yang berfungsi untuk menghubungkan antara *LoRa end device* dengan *LoRa NetServer*; 3) *LoRa NetServer*, yang berfungsi sebagai pengontrol seluruh jaringan yang dapat berfungsi sebagai manajemen sumber daya radio.

6. *Arduino UNO*

Arduino UNO merupakan sebuah modul mikrokontroler platform open source berbentuk papan mikrokontroler dan mudah untuk digunakan (Febriyan et al., 2020). Pada *Arduino UNO* terdapat 6 pin analog input dan 14 pin digital input/output (6 diantaranya bisa digunakan sebagai output PWM). *Arduino UNO* memiliki 16 MHz quartz crystal, koneksi USB, power jack, header ICSP dan tombol reset. *Arduino UNO* ini dapat mendukung *microcontroller* sekaligus dapat dikoneksikan ke komputer dengan kabel USB. Daya pada *Arduino UNO* diperoleh dari tegangan DC yang dimasukkan ke power jack atau pada port USB.

7. *Modul PZEM-004T*

Modul *PZEM-004T* adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik

(Habibi et al., 2017). Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. Dalam penggunaannya, alat ini khusus untuk penggunaan dalam ruangan (*indoor*) dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan.

8. *LCD 16x2*

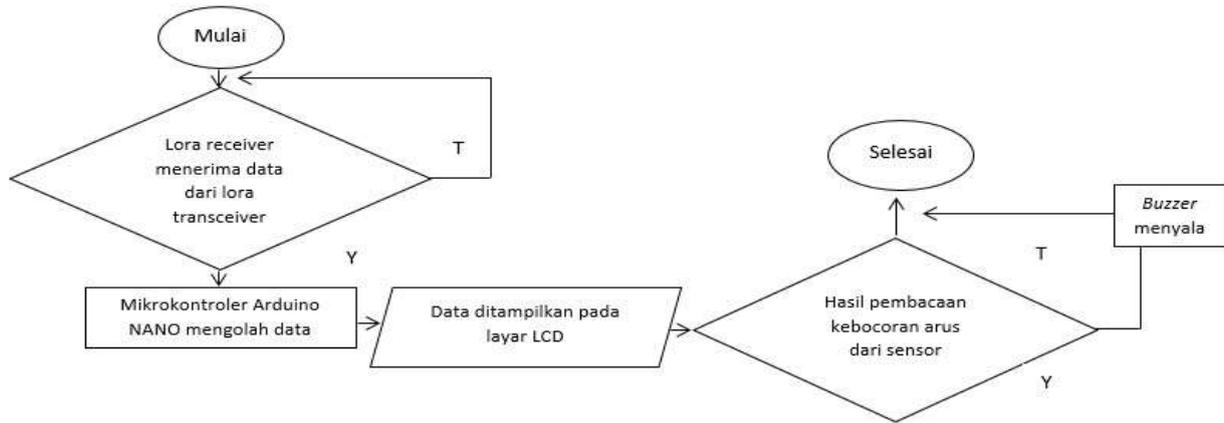
Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil (Yang & Wu, 2014). Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah: 1) Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris; 2) Mempunyai 192 karakter tersimpan; 3) Terdapat karakter generator terprogram; 4) Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit; 5) Dilengkapi dengan *back light*. Proses inisialisasi pin arduino yang terhubung ke pin LCD RS, Enable, D4, D5, D6, dan D7, dilakukan dalam baris *liquid crystal display* (2, 3, 4, 5, 6, 12 7), dimana LCD merupakan variable yang dipanggil setiap kali intruksi terkait LCD akan digunakan.

9. *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran (Ogawa et al., 2013). Prinsip kerja *buzzer* yakni terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet. Kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

Menurut Fatmawati et al., (2020) *buzzer* menjadi salah satu perangkat audio yang sering digunakan pada rangkaian keamanan anti maling, alarm, perangkat peringatan

bahaya dan lainnya. Cara kerja dari *buzzer* ini

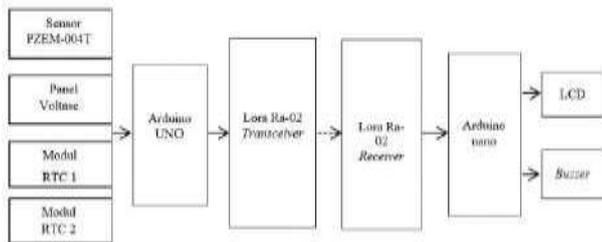


Real Time Clock (RTC) adalah jam elektronik berupa *chip* yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara *real time* (Kusumawati & Wiryanto, 2020). Modul ini dilengkapi dengan sumber tegangan baterai tipe CR2032, sehingga modul dapat terus beroperasi secara mandiri meskipun tanpa sumber tegangan utama yang biasanya berasal dari listrik.

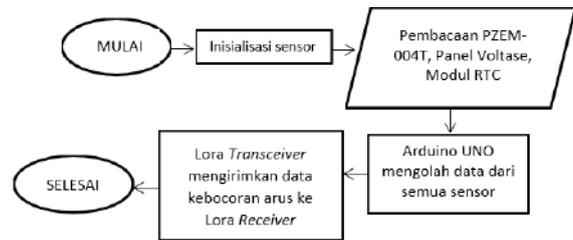
METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

Secara umum rancangan penelitian yang akan dibuat terdiri dari beberapa bagian yang digambarkan dalam blok diagram padagambar berikut.



Gambar 1. Perancangan Sistem



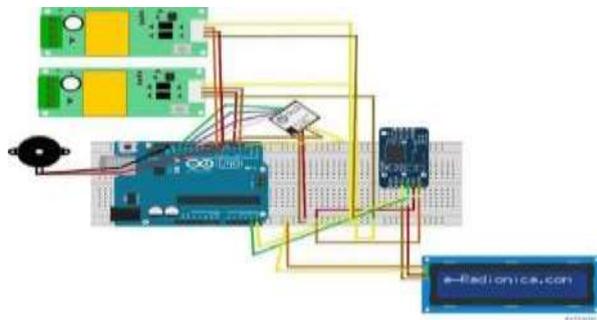
Gambar 2. Flowchart sistem transceiver data

Berdasarkan *flowchart* gambar 2 bahwa proses *transceiver* data dimulai dengan inisialisasi semua sensor dan mulai membaca nilai kebocoran arus listrik dari perbandingan dua sensor PZEM-004T. Kemudian data tersebut akan masuk ke mikrokontroler Arduino Uno untuk proses pengolahan dan pengontrolan data Modul RTC bekerja untuk menyimpan waktu dan tanggal secara *real time*. Dari arduino data kemudian data akan diteruskan ke modul Lora untuk di kirimkan ke *receiver* dengan sistem komunikasi jaringan *Lora*. Sistem kerja untuk receiver dapat dilihat pada gambar berikut.

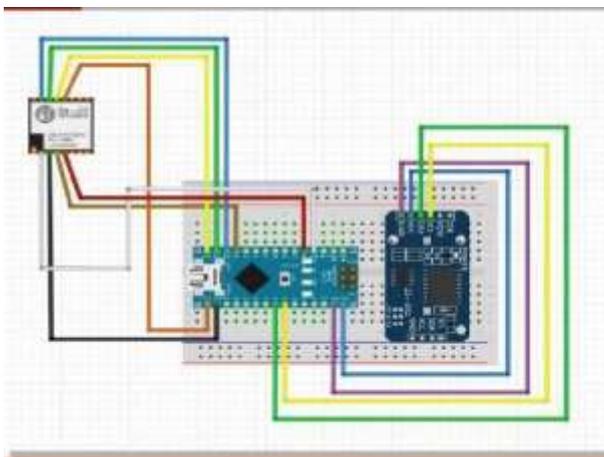
Gambar 3. *Flowchart* sistem *receiver* data

Perancangan Alat

Perancangan alat pada penelitian “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Arus dan Gangguan Tegangan Dari Jarak Jauh Menggunakan PZEM-004T Berbasis Lora” dibagi menjadi dua bagian perancangan alat sebagai *Transceiver* (pengirim data) dan perancangan alat sebagai *Receiver* (penerima data) seperti yang ada pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 4. Rancangan alat sebagai *transceiver*



Gambar 5. Rancangan alat sebagai *receiver*

Rencana Pengujian

Rencana pengujian yang di lakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan dua metode yaitu rencana pengujian Statis dan Dinamis.

1) *Rencana pengujian statis*

Adapun yang dilakukan dalam pengujian statis ini adalah:

- Pengujian Sensor PZEM-004T dengan mendeteksi arus atau tegangan listrik dari sebuah sumber listrik dengan

media kabel dan meneruskan data ke mikrokontroler Arduino Uno.

- Pengujian Modul *real time clock* (RTC) dengan membuat *coding* di dalam aplikasi Arduino IDE dan data diteruskan kepada mikrokontroler Arduino Uno.
- Pengujian Modul *Lora Ra-02* dengan menyiapkan 2 *LoRa* dan masing-masing akan dihubungkan dengan sebuah mikrokontroler Arduino Uno kemudian dilakukan pengujian dengan cara pengetesan pembacaan nilai salah satu sensor yang terhubung dengan lora transceiver.
- LCD akan dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Uno, kemudian dilakukan pengujian dengan cara pengetesan tampilan contoh penulisan.
- *Buzzer* akan diujikan dengan cara kita hubungkan langsung pin 5volt tersebut dan pin GND jika berbunyi maka *buzzer* dapat bekerja dengan baik.

2) *Rencana pengujian dinamis*

Adapun yang dilakukan dalam pengujian dinamis ini adalah:

- Membuat tempat penempatan sistem kontrol *transceiver*.
- Membuat tempat penempatan sistem kontrol *receiver*.
- Melakukan pengujian terhadap sensor PZEM-004T dengan mengukur arus dan tegangan dari sumber listrik berupa arus *alternating current* (AC).
- Melakukan pengujian terhadap Modul RTC apakah dapat mengatur waktu secara akurat dengan waktusebenarnya.
- Melakukan pengujian terhadap *LoRa transceiver* dan *LoRa receiver* apakah dapat mengirim dan menerima data yang diolah didalam Arduino

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Arduino Uno

Pengujian *hardware* arduino uno dilakukan dengan memberikan tegangan melalui jack adaptor 12volt atau menggunakan kabel usb yang dihubungkan pada laptop maupun sumber tegangan lainnya. Dapat dilihat pada indikator lampu LED berwarna hijau pada arduino uno menyala.



Gambar 6. Uji coba arduino uno

Pengujian Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T digunakan sebagai sensor pendeteksi kebocoran arus listrik, pengujian sensor dilakukan dengan mengukur nilai arus listrik dan tegangan listrik dari objek yang diberi aliran listrik. Untuk pengujian kehandalan dari sensor PZEM-004T dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur tegangan listrik.



Gambar 7. Uji coba PZEM-004T

Pengujian LCD

Pengujian akan dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Uno, kemudian dilakukan pengujian dengan cara pengetesan tampilan contoh penulisan "Tes lcd.." maka LCD akan dapat menampilkannya dengan baik



Gambar 8. Uji coba LCD

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa pengetesan LCD dilakukan dengan menghubungkan ke mikrokontroler arduino uno dan LCD dapat berfungsi dengan baik.

Pengujian Transceiver LoRa dan Receiver LoRa

Pengujian LoRa-02 transmitter dan receiver menggunakan media Arduino Uno dan Arduino Nano. Saat *prototipe* dihidupkan, sensor PZEM-004T membaca nilai kebocoran arus dan tegangan. Data hasil pembacaan sensor diproses dengan Arduino Uno dikirim melalui LoRa Ra-02 ke Node MCU ESP32. Di dalam pengujian ini pembacaan sensor LoRa Ra-02 melalui proses Arduino Uno sebagai *transmitter* dan pembacaan sensor LoRa Ra-02 melalui proses Arduino Nano sebagai *receiver*.



Gambar 9. Uji coba Transceiver LoRa dan Receiver LoRa

Hasil dari pengujian ini adalah data yang dikirimkan menggunakan protokol LoRa *transceiver to receiver* dapat menjangkau serta mengirimkan data secara stabil pada jarak 40m, 80m, 120m, 160m, 200m, 220m. Ketika pengujian dilanjutkan ke titik 220m, tim terkendala oleh batas jalan yang langsung mengarah ke jalan tol, sehingga pengujian dicukupkan pada Jarak 206m. Adapun jarak LoRa dapat dipengaruhi oleh tingkat penghalang, daya pancar, antena, dan juga interferensi dari gelombang lainnya di lokasi pemakaian.



Gambar 10. Pengujian jarak LoRa

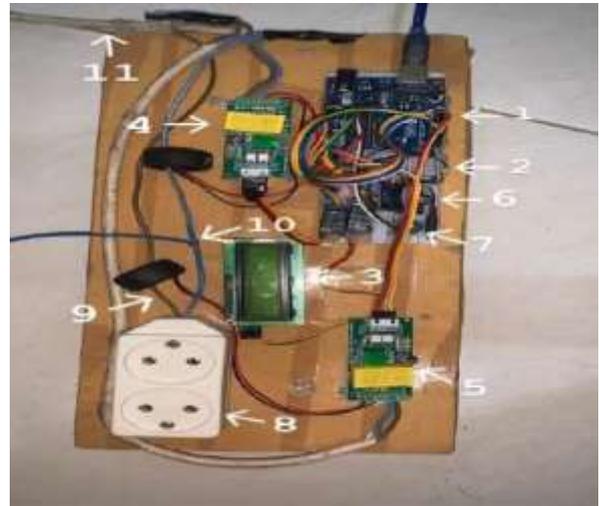
Pada Gambar diatas menunjukkan hasil serial monitor dari hubungan *LoRa transceiver* dan *LoRa receiver*.

Perakitan Komponen

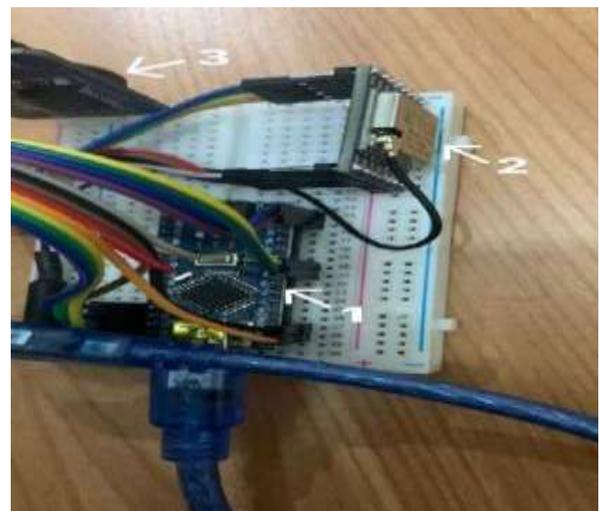
Perakitan komponen merupakan tahapan untuk menyatukan seluruh komponen yang telah diujikan pada subbab pengujian komponen. Setelah masing-masing perangkat keras pada sistem sudah dirangkai maka tahap selanjutnya yaitu menempatkan keseluruhan komponen menjadi satu tempat atau ditata pada suatu papan agar komponen alat rapi dan baik.

Pembuatan wadah juga bertujuan untuk komponen terhindar dari air dan debu yang dapat merusak *hardware*. Wadah yang

digunakan merupakan papan kayu yang di bungkus dengan lakban berwarna coklat dan diberi sterofom agar ketika diuji tidak secara langsung terbentur dengan benda padat



Gambar 11. Hasil keseluruhan alat *LoRa transmitter*



Gambar 12. Hasil keseluruhan alat *Lora receiver*

Tabel 1. Keterangan Gambar Alat LoRa transmitter

No	Keterangan	No	Keterangan
1	Arduino uno	6	Buzzer
2	Lora	7	Panel Voltase
3	LCD 16x2	8	Kabel Konek Ke Sumber
4	Sensor PZEM-004T	9	Kabel konek Ke Beban
5	Modul RTC		

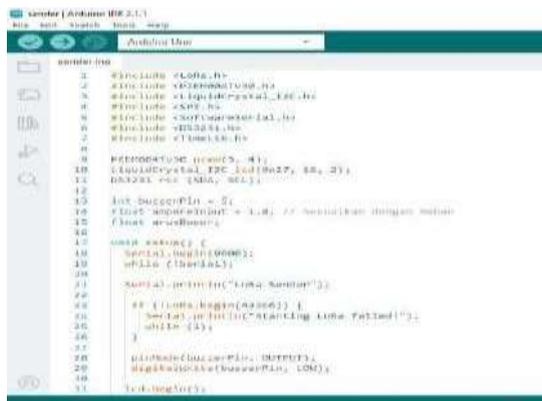
Tabel 2. Keterangan Gambar Alat LoRa Receiver

No	Keterangan
1	Arduino uno
2	Lora
3	Modul RCT

Pemrograman Software

Pemrograman software merupakan langkah untuk memberikan perintah pada sistem pembacaan arus pada sensor PZEM-004T dan pembacaan arus pada Panel Voltase. Sistem pembacaan kebocoran arus dilakukan dengan perbandingan antara sensor PZEM-004T dengan Panel Voltase.

Kemudian, nilai tersebut dikirimkan pada mikrokontroler arduino uno dan diproses untuk meneruskan perintah ke LoRa transceiver dan Lora . Program arduino uno menggunakan software Arduino IDE. Penulisan pemrograman pada software Arduino IDE menggunakan bahasa C++ untuk memproses data maupun menuliskan perintah sebagai output proses



Gambar 13. Hasil dari serial monitor

Dari Program diatas apabila sensor PZEM-004T membaca kebocoran arus dan data diolah di mikrokontroler arduino uno. Kemudian data dikirimkan di LoRa transceiver dan LoRa receiver sehingga mendapatkan output data dari LCD dan *buzzer* akan aktif ketika ada data kebocoran arus.

Penyajian Data

Penyajian data dilakukan untuk mengetahui kinerja dari alat keseluruhan. Pengujian dilakukan menggunakan objek alat elektronik rumah tangga yang mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga memudahkan peneliti dan pembaca untuk mempelajari sistem rancang bangun alat pendeteksi kebocoran arus listrik dan gangguan tegangan listrik dari jarak jauh

Tabel 3. Hasil pengujian Sensor PZEM-004T A1

No	Objek	PZEM-004T A1		Alat Ukur		ERROR %	
		I	V	I	V	I	V
1.	Setrika	1.62 A	225 V	1.52 A	226 V	0,6%	0,4%
2.	Kipas Angin	0.21 A	230 V	0.19 A	231 V	0,1 %	0,4%
3.	Penanak Nasi	0.26 A	228 V	0.24 A	229 V	0,8 %	0,4%
4.	Charge HP	0.06 A	231 V	0.05 A	232 V	0,2 %	0,4%
5.	AC Portable	0.20 A	229 V	0.18 A	230 V	0,1 %	0,4%

Selanjutnya untuk pengujian sensor PZEM-004T A2 dengan perbandingan antara sensor dan alat ukur berupa Avometer dan Tang ampere. Berikut hasil dari pengujian Panel Voltase dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil pengujian Sensor PZEM-004T A1

Objek	PZEM-004T A1	Alat Ukur	ERROR %
-------	--------------	-----------	---------

menggunakan PZEM-004T berbasis LoRa. Peneliti menggunakan sistem penambahan objek yang diukur. Untuk pengujian dua sensor PZEM-004T dengan perbandingan antara sensor dan alat ukur berupa Avometer dan Tang ampere.

No		I	V	I	V	I	V
1.	Setrika	1.62 A	225 V	1.52 A	226 V	0,6%	0,4%
2.	Kipas Angin	0.21 A	230 V	0.19 A	231 V	0,1 %	0,4%
3.	Penanak Nasi	0.26 A	228 V	0.24 A	229 V	0,8 %	0,4%
4.	Charge HP	0.06 A	231 V	0.05 A	232 V	0,2 %	0,4%
5.	AC Portable	0.20 A	229 V	0.18 A	230 V	0,1 %	0,4%

Analisis Data

Analisis data pada alat pendeteksi kebocoran arus listrik dan gangguan tegangan dari jarak jauh menggunakan PZEM-004T berbasis LoRa menggunakan prinsip Hukum 1 Kirchhoff tentang kekekalan muatan listrik. Hukum 1 kirchhoff berbunyi “Jumlah arus listrik yang masuk ke suatu titik cabang dalam rangkaian listrik tertutup, akan sama dengan jumlah arus listrik yang keluar dari titik cabang tersebut”. Arus yang masuk dan keluar dari suatu persimpangan (titik cabang) adalah sama, sehingga dituliskan dengan rumus :

$$\sum I_{masuk} = \sum I_{keluar}$$

I masuk : kuat arus yang masuk ke percabangan (A)

I keluar : kuat arus yang keluar dari percabangan (A)

Untuk pengujian kebocoran arus dengan cara salah satu kabel dicabangkan dan salah satu ditancapkan ke tanah sehingga ada kenaikan nilai arus dan sebagai indikasi adanya arus bocor, sesuai dengan pengertian arus bocor yaitu adanya aliran arus keluar yang tidak semestinya. Hasil tabel pengujian kebocoran arus menggunakan perbandingan dua sensor PZEM-004T menggunakan media objek peralatan elektronik. Hasil dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil uji coba alat pada objek

No	Objek	I	V	Setelah Ada Kebocoran	Hasil Bocor
1.	Kipas Angin	0.21 A	230 V	0.48 A	0.27 A
2.	Pengisi Daya	0.06 A	231 V	0.30 A	0.24 A
3.	Setrika	1.62 A	225 V	1.90 A	0.28 A
4.	Alat penanak nasi	0.26 A	228 V	0.56 A	0.30 A

Hasil tabel pengujian Alat rancang bangun pendeteksi kebocoran arus dan tegangan menggunakan PZEM-004T berbasis LoRa menggunakan media objek peralatan elektronik dengan perbandingan antara dua sensor PZEM-004T. Mendapatkan nilai kebocoran arus dengan rumus :

Hasil kebocoran arus – arus sebenarnya = selisih

Kemudian mengukur Hasil tabel pengujian jarak dari Alat rancang bangun pendeteksi kebocoran arus dan tegangan menggunakan PZEM-004T berbasis Lora. Dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil uji coba jarak dari alat

No	Jarak	Tegangan	Arus	Arus Bocor	Valid
1.	0 Meter	225 V	1.62 A	0.28 A	VALID
2.	40 Meter	225 V	1.62 A	0.28 A	VALID
3.	80 Meter	226 V	1.63 A	0.29 A	VALID
4.	120 Meter	226 V	1.63 A	0.29 A	VALID
5.	160 Meter	225 V	1.62 A	0.28 A	VALID
6.	200 Meter	225 V	1.62 A	0.28 A	VALID
7.	240 Meter	225 V	1.62 A	0.28 A	TIDAK VALID

Hasil tabel pengujian jarak dari sistem pembacaan kebocoran arus dapat dilakukan dari jarak 0 meter sampai 240 meter, namun pengujian LoRa mampu mendapatkan hasil hanya pada jarak pada 206 meter dengan hasil data yang valid. Dan ketika melebihi jarak 206 meter LoRa tidak dapat membaca hasil dari LoRa transceiver.

KESIMPULAN

Sesuai dengan rumusan masalah yang telah terjawab dalam penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Perancangan sistem, perakitan alat, sampai dengan pengujian alat berjalan dengan baik. Sensor-sensor alat ini dapat membaca nilai sesuai fungsinya masing-masing serta alat mampu membaca kebocoran arus listrik dari jarak jauh dengan baik.
- 2) Jika terjadi kebocoran arus listrik pada suatu objek alat ini akan bekerja dari hasil perbandingan antara dua sensor PZEM-004T. Kemudian data tersebut akan masuk ke Modul RTC dan dikirimkan ke mikrokontroler Arduino Uno untuk proses pengolahan dan pengontrolan data. Dari arduino data kemudian akan diteruskan ke modul Lora untuk di kirimkan ke receiver, kemudian modul Lora secara otomatis akan menerima data dari transceiver. Kemudian data akan diteruskan menuju mikrokontroler Arduino Nano untuk

pemrosesan data kembali dan diteruskan menuju layar LCD monitor untuk menampilkan hasil pembacaan data dari sensor. Kemudian apabila di dalam pembacaan sensor PZEM-004T menerima data kebocoran arus maka program akan mengaktifkan tanda peringatan alarm pada buzzer, namun jika hasil pembacaan tidak ada arus yang bocor maka program tidak akan memerintahkan buzzer untuk berbunyi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelianty, N. (2019). Pendeteksi Kebakaran Hutan Menggunakan Komunikasi Lora (Long Range) Wireless Network. *Undergraduate (S1) Thesis, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*.
- Adji, R. S., & Nurwarsito, H. (2022). Pengembangan Sistem Pengiriman Data menggunakan LoRa Multipoint menggunakan Simple LoRa Protokol sebagai Kontrol Kebakaran Kandang Ayam. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(4), 1984–1993.

- Akbar, M. I. S., Mukhtar, H., & Suratman, F. Y. (2021). Rancang Bangun Prototipe Monitoring Deteksi Kebocoran Arus Pada Isolasi Kabel. *EProceedings of Engineering*, 8(6).
- Ali, A. I., Partal, S. Z., Kepke, S., & Partal, H. P. (2019). ZigBee and LoRa based wireless sensors for smart environment and IoT applications. *2019 1st Global Power, Energy and Communication Conference (GPECOM)*, 19–23.
- Dermawan, E., Firdaus, M. A., & Ramadhan, A. I. (2016). Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Kabel ‘NYA.’ *Jurnal Teknologi*, 8(2), 93–100.
- Fatmawati, K., Sabna, E., & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Riau Journal Of Computer Science*, 6(2), 124–134.
- Febriyan, M. F., Ziad, I., & Suroso, S. (2020). Rancang Bangun Emergency Button Berbasis LORA. *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 7(2), 95–98.
- Habibi, F. N., Setiawidayat, S., & Mukhsim, M. (2017). Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan*, 1(01), 157–162.
- Hartono, H., Sugito, S., & Abdullatif, R. F. (2017). Sistem Pengaman Kebocoran Arus Listrik Pada Pemanas Air Elektrik. *Prosiding Seminar Nasional LPPM Unsoed*, 7(1).
- Islam, M. R., Azam, S., Shanmugam, B., & Mathur, D. (2022). A review on current technologies and future direction of water leakage detection in water distribution network. *IEEE Access*.
- Kusumawati, D., & Wiryanto, B. A. (2020). Perancangan Bel Sekolah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Avr Atmega 328 Dan Real Time Clock Ds3231. *Jurnal Elektronik Sistem Informasi Dan Komputer*, 4(1), 13–22.
- Ogawa, T., Sugisawa, R., Sakurada, Y.,

- Aoshima, H., Hikida, M., & Akaishi, H. (2013). Energy harvesting devices utilizing resonance vibration of piezoelectric buzzer. *Japanese Journal of Applied Physics*, 52(9S1), 09KD14.
- Patil, P. S., Kapgate, P. D., Rathour, S. B., Mawale, N. P., & Khope, R. (2020). Water level monitoring and leakage detection system using long range module (LoRa). *SAMRIDDHI: A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology*, 12(SUP 2), 41–45.
- Prakosa, S. W., Faisal, M., Adhitya, Y., Leu, J.-S., Köppen, M., & Avian, C. (2021). Design and implementation of LoRa based IoT scheme for Indonesian rural area. *Electronics*, 10(1), 77.
- Rakasiwi, Z. M., Tadeus, D. Y., Mangkusasmito, F., & Putranto, A. B. (2019). Identifikasi Dan Proteksi Kebocoran Arus Listrik Pada Rumah Tangga. *BERKALA FISIKA*, 25(3), 94–104.
- Stojanović, Z. N., & Stojković, Z. M. (2013). Evaluation of MOSA condition using leakage current method. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 52, 87–95.
- Suleman, S., Hidayat, A. S., & Wati, F. F. (2020). Detektor Kebocoran Listrik Rumah Berbasis Arduino. *EVOLUSI: Jurnal Sains Dan Manajemen*, 8(2).
- Yang, D.-K., & Wu, S.-T. (2014). *Fundamentals of liquid crystal devices*. John Wiley & Sons.
- Zhou, Q., Zheng, K., Hou, L., Xing, J., & Xu, R. (2019). Design and implementation of open LoRa for IoT. *Ieee Access*, 7, 100649–100657.